I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCBG und Abiturerlassen BG jeweils in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzbereiche sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzbereiche für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzbereiche in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Bezugs zu den Kompetenzbereichen des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	Kompetenzbereiche				
	K1	K2	K3	K4	K5
1.1	X				
1.2		X			
1.3	X				
1.4			X		X
1.5		X		X	
1.6		X			X
2.1		X	X		
2.2		X			X
2.3	X				
2.4		X		X	
2.5	X				
2.6			X		
2.7					X
2.8				X	

Inhaltlicher Bezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Themenfelder sind die wesentliche inhaltliche Grundlage für die vorliegenden Aufgaben. Darüber hinaus können weitere, hier nicht explizit ausgewiesene Themenfelder für die Bearbeitung nachrangig bedeutsam sein.
Q1: Energietechnik
Q2: Trinkwasseraufbereitung und Abwasserreinigung
verbindliche Themenfelder: Grundlagen zum Energiebegriff (Q1.1), Konventionelle Verfahren zur Energieversorgung (Q1.2), Wasserquantität und Wasserqualität (Q2.1), Trinkwassergewinnung und Trinkwasseraufbereitung (Q2.2)

II Lösungshinweise

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Selbstverständlich sind jedoch Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, ebenso zu akzeptieren.

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
1.1	skizzieren, beschriften Wärmetauscher Rauchgasabzug Leitbleche Brenner 1. Heizgaszug 2. Heizgaszug 3. Heizgaszug Abb. 4: NT-Kessel nach dem 3-Zug-Prinzip geändert nach: Hans Joachim Bäck: Heizkessel und andere Wärmeversorger-Sicherheitstechnik-Kundenorientierung-Qualitätsmanagement, Braunschweig, 1. Aufl. 2001, S. 11.			
	skizzieren	1		
	beschriften	1	4	
	erklären − die chemisch gebundene Energie wird mithilfe des Brenners in Wärmeenergie umgewandelt − das Öl wird im Brenner unter hohem Druck zerstäubt und im Brennraum verbrannt − die Heizgase durchströmen je nach Bauart mehrere Züge, in denen sie ihre Wärmeenergie über die Wärmetauscherflächen an das Heizungswasser abgeben − die Erwärmung des Heizungswassers kann durch Rippen auf der Wärmetauscheroberfläche beschleunigt werden − die Abgase werden anschließend in ein Abgassystem geleitet		2	3
1.2	erklären Der Unterschied zwischen Heizwert (Hi) und Brennwert (Hs): − Der Heizwert Hi, der manchmal auch mit dem Begriff Energiegehalt gemeint ist, bezeichnet die Wärmemenge, die bei der Verbrennung eines Brennstoffs genutzt werden kann, ohne dass es zu einer Kondensation kommt. − Im Gegensatz dazu umfasst der Brennwert auch die Wärmemenge, die im Wasserdampf des Abgases enthalten ist und bei der Kondensation des Wasserdampfes genutzt werden kann.		1	1
	erläutern Taupunkt: Der Taupunkt bezeichnet die Temperatur, bei der die Verflüssigung von Wasserdampf einsetzt und sich Kondenswasser bildet.		2	

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE I**	**BE II**	**BE III**
	Stellung nehmen Erdgas hat eine höhere Abgas-Taupunkttemperatur als Heizöl EL. Bei Öl-Brennwertgeräten müssen die Abgase auf niedrigere Temperaturen abgekühlt werden, der Brennwerteffekt setzt später ein.			2
1.3	berechnen $E = \frac{Q}{\eta} = \frac{4500\,\text{kWh}}{0{,}88} = 5113{,}63\,\text{kWh}$ $m = \frac{E}{H_i} = \frac{5113{,}63\,\text{kWh}}{11{,}83\,\frac{\text{kWh}}{\text{kg}}} = 432{,}26\,\text{kg}$ $V = \frac{m}{\rho} = \frac{432{,}26\,\text{kg}}{0{,}86\,\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}} = 502{,}63\,\text{dm}^3 = 502{,}63\,\text{L}$ $\text{K}=1{,}68\,\frac{€}{\text{L}} \cdot 502{,}63\,\text{L} = \underline{\underline{844{,}42\,€}}$	2	6	
	$E = \frac{Q}{\eta} = \frac{4500\,\text{kWh}}{0{,}92} = 4891{,}3\,\text{kWh}$ $\text{K}=0{,}238\,\frac{€}{\text{kWh}} \cdot 4891{,}3\,\text{kWh} = \underline{\underline{1164{,}13\,€}}$	2	2	
1.4	vergleichen − Bei Erdgas entfällt der Lagerraum. − Heizöl lässt sich in Tanks bevorraten. − Monatliche Ratenzahlung bei Gas, einmaliger Kostenanfall bei Öl − Gasanschluss muss erreichbar und technisch möglich sein.		6	

<table>
<tr><th rowspan="2">Aufg.</th><th rowspan="2">erwartete Leistungen</th><th colspan="3">BE</th></tr>
<tr><th>I</th><th>II</th><th>III</th></tr>
<tr><td>1.5</td><td>nennen, vergleichen
Mögliche Lösungen:
<table>
<tr><th>Alternativen</th><th>Vorteile</th><th>Nachteile</th></tr>
<tr><td>Gasbrennwert-technik</td><td>höherer Wirkungsgrad, platzsparend (kein Lagerraum für den Brennstoff im Haus notwendig), relativ konstante und dadurch planbare Kosten</td><td>Gasanschluss oder Flüssiggastank (im Garten), fossiler Brennstoff</td></tr>
<tr><td>Fernwärme</td><td>platzsparend, rationaler Energieeinsatz</td><td>hohe Investitionskosten in das Fernwärmenetz, ausreichende Verbraucherdichte notwendig</td></tr>
<tr><td>Strom</td><td>geringe Investitionskosten, Nutzung von überschüssigem Windstrom möglich (regional abhängig)</td><td>hohe Betriebskosten nicht nachhaltig</td></tr>
<tr><td>Solarthermie zur Warmwasser-erzeugung</td><td>in Verbindung mit Festbrennstoffkessel gute Nutzung des Speichers, geringe Betriebskosten</td><td>nicht monovalent nutzbar, standortabhängig</td></tr>
<tr><td>Blockheizkraftwerk (Erdgas-BHKW)</td><td>Hoher Wirkungsgrad durch die Erzeugung von Strom und der Nutzung der Abwärme. Regenerative Energieerzeugung bei Nutzung von Rapsöl als Brennstoff</td><td>Fossiler Energieträger bei Nutzung von Erdgas als Brennstoff</td></tr>
</table>
nennen
vergleichen</td><td>2</td><td>4</td><td></td></tr>
<tr><td>1.6</td><td>nennen
Mögliche Lösungen:
− Raumtemperaturen absenken
− Kontrollierte Wohnraumlüftungen installieren
− Abstellbare Steckdosen installieren
− Stoß- statt Kipplüften
− Duschen statt Baden

beurteilen
− Behaglichkeit wird eventuell beeinträchtigt.
− Bei falschem Lüftungsverhalten sind Schimmelschäden die Folge.
− zusätzliche Unannehmlichkeit</td><td>3</td><td></td><td>3</td></tr>
<tr><td></td><td>Summe 47</td><td>11</td><td>27</td><td>9</td></tr>
</table>

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
2.1	beschreiben − Wasserprobe an Wasserentnahmestelle (Duschkopf, Auslaufarmatur, Entnahmearmatur, TWE-Speicher) entnehmen. − Wasserprobe bei einem dafür zugelassenen Labor untersuchen lassen. (100 ml Wasserprobe auf Nährmedium auftragen, Probe bebrüten, koloniebildende Einheiten (KBE) auszählen) erläutern − Geringe Konzentration von Legionellen im Trinkwasser sind gesundheitlich unbedenklich. − Der Grenzwert von 100 KBE pro 100 ml Wasserprobe darf nicht überschritten werden. Wird dieser Wert überschritten, muss das Gesundheitsamt informiert und die Anlage in hygienischer und technischer Hinsicht überprüft und verbessert werden. − Bei starken Überschreitungen von 10000 KBE pro 100 ml Wasserprobe wird von einer möglichen Gesundheitsgefahr ausgegangen.	2	3	
2.2	nennen, beurteilen Mögliche Lösungen: − Kurzfristige, regelmäßige Temperaturerhöhung des Trinkwassererwärmers Thermische Desinfektion, hierbei wird der Warmwasserspeicher kurzfristig auf ca. 70°C erwärmt. Die Abtötung der Legionelle beginnt bei ca. 45 °C. Hierdurch steigen allerdings die Energiekosten. − Spülen der Trinkwasserleitungen Mittels Wasser oder Druckluft-Wasser-Mischung die Trinkwasserleitungen spülen. Behebung durch einen Fachbetrieb − Zirkulationspumpe installieren Installation durch Fachbetrieb. Die Zirkulationspumpe muss mindestens 16 Stunden am Tag laufen und verursacht somit höhere Energiekosten. − Stoßchlorierung Einmalige Maßnahme und schützt somit nicht dauerhaft. Eventuell können gesundheitsschädigende Folgen durch Chlor auftreten. Es besteht die Gefahr von Korrosionsschäden an metallischen Rohren und Rohrverbindungen. − Ozonbehandlung/UV-Bestrahlung UV-Bestrahlung und Ozonbehandlung sind gleichermaßen gerätetechnisch aufwendig und nur von Fachbetrieben durchführbar. Die Kosten sind teuer und der Vorgang muss ständig wiederholt werden. nennen beurteilen	4		8

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
2.3	prüfen, beurteilen $V = A \cdot h = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot h$ $= \frac{(0{,}15\,\text{dm})^2 \cdot \pi}{4} \cdot 180\,\text{dm} = \underline{\underline{3{,}18\,\text{dm}^3}}$ Das Leitungsvolumen ist größer als 3 Liter. Somit besteht die Gefahr der kritischen Legionellenvermehrung. prüfen beurteilen		 2	 3
2.4	nennen, beschreiben – Coliforme Bakterien, zu denen auch Escherichia coli gehört. – Grenzwert: Coliforme Bakterien dürfen in 100 ml Wasserproben nicht enthalten sein. – Coliforme Bakterien sind u.a. Bestandteil der normalen Darmflora von Menschen und Säugetieren und stellen für die menschliche Gesundheit daher keine Gefahr dar. – Sie vermehren sich, ebenso wie die meisten krankheitserregenden Bakterien, ausschließlich im Darmtrakt von Warmblütern, nicht aber im Boden oder im Bereich des Trinkwassers. – Sie werden mit Fäkalien ausgeschieden und dienen daher, insbesondere Escherichia coli, bei der routinemäßigen Wasseruntersuchung als Indikator für eine fäkale Verunreinigung des Trinkwassers. – Gesamtkeimzahl gemessen als koloniebildende Einheiten (KBE) – Grenzwert: 100 KBE pro Milliliter – Bei der Untersuchung der Koloniezahl wird festgestellt, wie viele Keime in einer Volumeneinheit von 100 ml in der Lage sind, aufgebracht auf einem Nähmedium, sich so zu vermehren, dass sie eine mit bloßem Auge sichtbare Kolonie bilden. – Dabei wird zwischen den unterschiedlichen Keimen keine Differenzierung vorgenommen. Die Untersuchung umfasst daher sowohl die zumeist harmlosen Keime, als auch die gesundheitsgefährdenden und potenziell gesundheitsgefährdenden Keime. – Die KBE geben einen allgemeinen Hinweis auf hygienische Mängel durch z.B. Undichtigkeiten oder auf wachstumsfördernde Milieubedingungen im Trinkwassersystem. nennen beschreiben	 3 3	 4	
2.5	berechnen $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $= 300\,\text{kg} \cdot 1{,}163 \frac{\text{Wh}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 24\,K = \underline{\underline{8373{,}6\,\text{Wh}}}$	1	2	

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
2.6	nennen − Hygienemaßnahme − Schütz vor Korrosionsschäden − Rückstände, die bei der Installation in das Rohr gelangt sind, werden entfernt. − Garant für hohe Wasserqualität	4		
2.7	nennen − Die Größe des Warmwasserspeichers in einem Einfamilienhaus hängt von der Anzahl der Personen und deren Nutzungsverhalten ab. − Warmwasserspeicher mit einem Volumen über 400 Liter und Leitungsvolumen von mehr als 3 Liter sind überprüfungswürdig (in öffentlichen Gebäuden überprüfungspflichtig). diskutieren − Ein Verzicht auf einen Warmwasserspeicher befreit von o.g. Überlegungen. − Wenn kein Warmwasserspeicher installiert ist, dann muss das Trinkwasser mittels eines Durchflusserhitzers erwärmt werden. Ein Verzicht geht mit einem Komfortverlust einher, da die Warmwassermenge nicht in großer Literzahl vorhanden ist, sondern durchlaufend hergestellt wird. − Die Nutzung des Warmwasserspeichers als Pufferspeicher für eine mögliche Solarthermieanlage entfällt. Fazit: Ein Verzicht ist nicht sinnvoll.	2		8
2.8	darstellen − Durch die Nichtbenutzung der Trinkwasserleitungen entstehen „Totleitungen“. − Die Gefahr der Legionellenbildung erhöht sich. − Ebenso erhöht sich die Gefahr der Korrosionsbildung. − Der Warmwasserspeicher ist nun überdimensioniert.		4	
	Summe 53	**19**	**15**	**19**

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Für die Bewertung in den modernen Fremdsprachen ist der „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) zugrunde zu legen. Demnach erfolgt die Bewertung und Beurteilung mit der Maßgabe, dass lediglich bei der Ermittlung des Prüfungsergebnisses (Note) aus Prüfungsteil 1 und 2 gerundet wird.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“, „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen im beruflichen Gymnasium (fachrichtungs-/ schwerpunktbezogene Fächer) (Abiturerlass BG)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Als Kriterien für die Bewertung und Beurteilung dienen unter Beachtung der Zielsetzung der gymnasialen Oberstufe nach § 1 Abs. 2 OAVO neben dem Inhaltlichen auch die in den Kerncurricula genannten überfachlichen Kompetenzen, insbesondere die Sprachkompetenz und Wissenschaftspropädeutik; dies zeigt sich u.a. in qualitativen Merkmalen wie Strukturierung, Differenziertheit, (fach-)sprachlicher Gestaltung und Schlüssigkeit der Argumentation.

Im Fach Umwelttechnik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung eines Vorschlags, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	**Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen**			**Summe**
	AFB I	**AFB II**	**AFB III**	
1	11	27	9	**47**
2	19	15	19	**53**
Summe	**30**	**42**	**28**	**100**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.